

(11)Publication number : 06-309720
(43)Date of publication of application : 04.11.1994

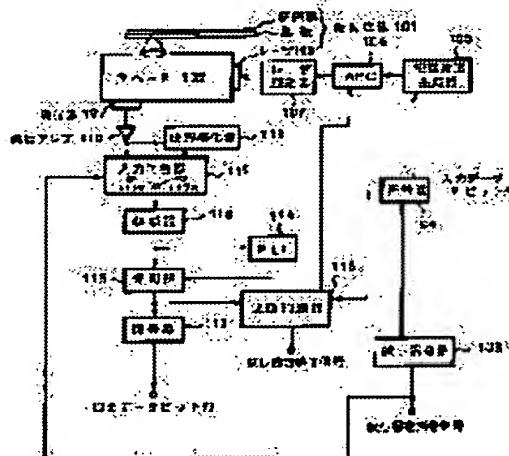
G11B 11/10

(71)Applicant : HITACHI LTD

**(72)Inventor : KIRINO FUMIYOSHI
TODA TAKESHI
IDE HIROSHI
MAEDA TAKESHI
KUGIYA FUMIO**

PURPOSE: To execute many-valued recording and ultra-highdensity recording by recording the information marks varying in the width in the radial direction, reproducing the information marks of the different widths and contrasting the amplitude value thereof and the information of many values.

CONSTITUTION: A disk drive is composed of the recording medium 101, an optical head 102 for realizing recording and reproducing and a processing system for converting the reproduced signal obtd. from the head to the information. The head 102 converges the light emitted from a laser 108 onto the medium 101. The recording code trains generate recording pulse trains in the pulse parts of the recording code trains by a recording waveform forming device 105. The recording pulse trains consist of such recording pulse trains that the influence of the heat from other pulse trains near the final falling position of the pulse at the min. changing length of the marks in the pulse length of the top pulse and the second and subsequent pulse trains is negligible. The information marks having the mark widths meeting the information patterns are formed by applying the high-accuracy mark length control, and the recording and reproducing are executed.



[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-309720

(43)公開日 平成 6 年(1994)11月 4 日

(51)Int.Cl.⁵

G 1 1 B 11/10

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

Z 9075-5D

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平5-99099

(22)出願日 平成 5 年(1993) 4 月26日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地

(72)発明者 梶野 文良

東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 戸田 剛

東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 井手 浩

東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光記録の記録再生方法

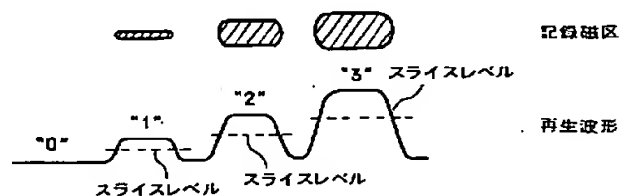
(57)【要約】

【目的】 本発明の目的は、従来の光磁気ディスクを用いて多値記録を実現することにより、低価格でしかも超高密度の光記録のための記録方法を提供することにある。

【構成】 本発明は、熱流の制御に有効な媒体構造を有するディスクと熱流を考慮した記録波形とから構成される。これにより、高精度な磁区形状制御が可能で、多値記録を実現できる。

【効果】 本発明によれば、ディスク構造を大きく変化させることなく、多値の情報を記録及び再生することを可能にする。これにより、ディスクの記録密度を大きく向上させることができるとともに、低価格なディスクを提供することができる。

図 5



【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくともレーザー光を用いて記録、再生、或いは、消去を行なう光記録において、記録媒体上に記録したマーク幅に基づいて生成される再生信号振幅の大きさに対応して多値の情報を記録して再生することを特徴とする光記録の記録再生方法。

【請求項2】少なくともレーザー光を用いて記録、再生、或いは、消去を行なう光記録において、記録媒体上に記録したマークから得られた再生信号振幅を複数のしきい値で比較することにより多値の情報を再生することを特徴とする光記録の記録再生方法。

【請求項3】少なくともレーザー光を用いて記録、再生、或いは、消去を行なう光記録において、記録媒体上に形成したマークを再生するのに長円形の光スポットを用い、さらに優位には長円形の長い方の径とディスクの半径方向とを一致させたことを特徴とする光記録の記録再生方法。

【請求項4】請求項1～3のいずれかに記載の記録媒体上に記録マークを形成するのに、微小パルスの集合体から形成されるマルチパルスを用いて行い、微小パルスの集合体から構成されるパルスのうちの先頭パルスのパルス幅もしくはレーザーパワーが他の微小パルスと異なることを特徴とする光記録の記録再生方法。

【請求項5】請求項4記載の記録媒体上に記録マークを形成するのに用いる微小パルスから構成される記録パルスにおいて、先頭パルスのパルス幅、先頭パルスとそれに続くパルスとの間隔、微小パルス間隔の間隔、レーザーパワーの内から選ばれる少なくとも1種類の値を媒体中の熱の流れ方に応じて制御したことを特徴とする光記録の記録再生方法。

【請求項6】請求項1～5のいずれかに記載の微小パルスから構成される記録パルスにおいて、各々の微小パルスのパルス幅及び微小パルスと微小パルスの間隔をライトクロックの整数倍か、或いは整数分の一にしたことを特徴とする光記録の記録再生方法。

【請求項7】少なくともレーザー光を用いて記録、再生、或いは、消去を行なう光記録において、用いる記録媒体として磁化容易軸の向きに情報を持たせることにより記録を行い、さらに優位にはその媒体として基板に対して垂直方向に磁化容易軸を有する材料を用いて記録したことを特徴とする光記録の記録再生方法。

【請求項8】請求項7記載の記録媒体として用いる基板に対して垂直方向に磁化容易軸を有する材料として、希土類元素と鉄族元素との合金薄膜を用い、さらに優位にはその薄膜が非晶質であることを特徴とする光記録の記録再生方法。

【請求項9】請求項7～8のいずれかに記載の希土類元素として、Tb, Dy, Ho, Gdの内より選ばれる少なくとも1種類の元素と、鉄族元素として、Fe及びCoの2種類の元素とから成る合金薄膜を記録膜として用いたことを特徴と

する光記録の記録再生方法。

【請求項10】請求項9記載の希土類元素と鉄族元素から構成されるフェリ磁性体の合金薄膜において、希土類元素の磁化の大きさと鉄族元素の磁化の大きさを比較すると希土類元素の磁化の大きさの方が大きく、さらに優位には、希土類元素の磁化の大きさと鉄族元素の磁化の大きさが等しくなる温度が60℃より高く100℃より低い記録膜を用いたことを特徴とする光記録の記録再生方法。

10 【請求項11】請求項9～10のいずれかに記載の希土類元素と鉄族元素から構成されるフェリ磁性体の合金薄膜において、キュリー温度と補償温度との差が70℃より大きく150℃より低い記録膜を用いたことを特徴とする光記録の記録再生方法。

【請求項12】請求項1～12のいずれかに記載のレーザー光を記録膜に照射したときの記録膜中を流れる熱流を制御するのに、熱抵抗層で記録膜を覆い、さらに光の入射側と反対側に熱拡散層を設けた構造を有するディスクを用いたことを特徴とする光記録の記録再生方法。

20 【請求項13】少なくともレーザー光を用いて記録、再生、或いは、消去を行なう光記録において、記録媒体上にマークを形成するのに、磁区幅の異なる磁区を途中途切れることなく形成したことを特徴とする光記録の記録再生方法。

30 【請求項14】請求項1～13のいずれかに記載の記録媒体上に記録マークを形成するのに、微小パルスの集合体から形成されるマルチパルスを用いて行い、そのパルスの形状、パルス幅、或いは、レーザーパワーのいずれかを制御することにより所望の磁区幅を得たことを特徴とする光記録の記録再生方法。

【請求項15】請求項14記載の記録媒体上に磁区幅の異なる記録マークを形成するのに、微小パルスの集合体から形成されるマルチパルスを用いて行ない、細い磁区幅を形成するのに、その幅が細くなると共に用いるパルス幅を短く設定し、且つ、レーザーパワーを高く設定したことを特徴とする光記録の記録再生方法。

40 【請求項16】少なくともレーザー光を用いて記録、再生、或いは、消去を行なう光記録において、記録媒体上にマークを形成し多値の情報を記録するのに、用いる記録パルスにおいて磁区幅の切替部分に記録レベルから一定時間リードレベルを経た後に次の記録レベルをとることにより記録媒体中の熱の流れを制御したことを特徴とする光記録の記録再生方法。

【請求項17】少なくともレーザー光を用いて記録、再生、或いは、消去を行なう光記録において、記録媒体上にマークを形成し多値の情報を記録するのに、信号振幅の大きさにより記録すると共に、形成されるマークのエッジ部分に情報を記録する手法を併用したことを特徴とする光記録の記録再生方法。

50 【請求項18】少なくともレーザー光を用いて記録、再

生、或いは、消去を行なう光記録において、記録媒体上にマークを形成し多値の情報を記録するのに、ディスク1周で同一の記録密度に情報を記録したことを特徴とする光記録の記録再生方法。

【請求項19】少なくともレーザー光を用いて記録、再生、或いは、消去を行なう光記録において、記録媒体上に記録した多値の情報を再生するのに、再生波形をそのまま異なる位置でスライスしたことを特徴とする光記録の記録再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、少なくともレーザー光を用いて記録、再生、或いは、消去を行なう光記録に係り、特に、多値記録を利用した超高密度光記録に好適な記録再生方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年の高度情報化社会の進展にともない、高密度でしかも大容量なファイルメモリーへのニーズが高まっている。これに応えるメモリーとして光記録が注目されている。特に、最近では、書換えが可能な光磁気記録が実用化された。そして、現在では、さらに高性能なディスクを目指して研究開発が進められている。高密度記録を実現する一手法として、多値及び多重の記録を行なう手法がある。

【0003】従来の多値記録で光磁気記録媒体を用いた例としては、これまでJ J A P 28p343 (1989)に示す例がある。これは、磁気特性の異なる光磁気記録膜を酸化シリコンを介して3層積層した膜にレーザー光を照射しながら、外部印加磁界強度を変化させる。こうして磁気光学効果の違いを形成することで多値記録を実現していた。また、有機材料を用いて多値記録を実現した他の公知例として、光メモリシンボジウム92論文集 p45 (1992)に示されるように、多層記録膜を用いて、異なる波長における吸光度の違いを用いて記録を行う手法が提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述の従来技術では、光磁気記録媒体に設けられた垂直磁化膜への多値記録には、ディスク構造が複雑であること、ディスクの製造上磁気特性の制御が困難であること、等の問題がある。また、装置構成上の問題点として、浮上磁気ヘッドによる磁界強度の制御が困難であることや、装置の変動にたいして十分なマージンが得られないこと、等に対する配慮がなされていなかった。特に、高密度に光記録を行うためには、所望の情報マークを安定かつ正確に形成する必要がある、このような実用化に向けた課題を解決する必要がある。

【0005】本発明の目的は、従来用いられている光情報記録再生装置の記録制御を改良することにより多値記録を実現するとともに、低価格でしかも超高密度の光記

録媒体及び装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明では光源からの出射光を記録媒体上に照射し、記録媒体の半径方向の幅が異なる情報マークを記録し、異なる幅の情報マークを再生してその振幅値と多値の情報とを対応させる。

【0007】

【作用】磁区形状の制御を行うのに、記録媒体中を流れる熱流を制御することが重要である。そのために、ディスクの駆動装置側からは媒体への熱の与え方を工夫し、ディスク側では媒体の積層構造や用いる材料を工夫することにより所望の磁区の形状が得られる。また、再生信号強度は、光磁気記録においては記録膜のKerr回転角が一定ならば、磁区のサイズ（特に、光の有効スポット系の範囲内ではディスクのトラック方向に同じ長さであるならば、磁区幅）に比例して変化し、光記録ならば、情報ビットのサイズに応じて変化する（以下、記録媒体上で、情報を有する磁区及びビットを情報マークと称する）。ところで、この磁区幅は媒体中での熱の流れを考慮して決定された記録パルス波形によって形成される。ここで重要なのは、媒体と装置との整合性が取れていることである。これは、装置より出て来るパルス波形にマッチした媒体構造とし、同時に、媒体構造にマッチした記録パルス波形を用いる必要がある。特に、マルチパルスを基本に、記録波形の前にブリーヒート部分、記録波形の後部に熱流制御部分を設け、熱バランスをとることにより、形成される磁区形状を高精度に制御できる。この高精度磁区形状精密制御技術を用いると、磁区幅の制御性能が、 $\pm 0.02 \mu\text{m}$ 以下、幅及び長さ共に任意のサイズの磁区形状が得られる。

【0008】さらに、記録波形による高精度磁区幅制御技術を用いて、情報パターンに応じた情報マーク幅を形成する。その結果、情報マーク幅に応じて信号振幅は変化するので得られた信号を復調することによって、振幅値により0, 1, 2, 3...なる多値情報が得られる。さらに詳しく説明すると、あらかじめ記録媒体上に情報マークをテスト記録し、そのテスト記録した情報マークから得られた再生信号振幅の大きさによってレーザ光源の出力を所望の出力に設定するので、情報マークの形状に応じて多値の情報を記録することができる。その場合、情報マークの幅と多値の情報とを対応させることができる。精度よく一定の情報マーク幅を得るためには、微小パルスの集合体から形成されるマルチパルスを用いてレーザ光源を制御する際に個々のパルスのパルス幅、隣接パルス間の間隔等制御する。この手法を用いると、パルス幅やギャップ長を高精度に制御できるので、高精度の磁区形状制御が可能となる。

【0009】このようにして、ディスクの半径方向（すなわち、情報を記録する光スポットの進行方向を垂直な

方向)の情報マーク幅と情報の多値を対応させるために、記録パルス形状を制御するので、従来の光記録媒体を用い、容易に大容量の記録を行うことができる。

【0010】

【実施例】以下、本発明の詳細を実施例1~2を用いて説明する。

【0011】(実施例1)本実施例で用いた光磁気ディスクの断面構造を示す模式図を図1に示す。ディスクは、凹凸の案内溝を有するガラスまたはプラスチックのディスク基板(1)上に、熱流の抵抗層(2)として窒化シリコン層を60nmの膜厚に形成した。製膜にはスパッタ法を用い、Siをターゲットに用いた反応性スパッタ法により作製した。次に、情報記録膜(3)としてTbFeCoNb膜をスパッタ法により作製した。製膜にはスパッタ法を用い、TbFeCoNb合金をターゲットに用いた。この膜の磁気特性は、キュリー温度は210℃で、補償温度は80±20℃である。このように、キュリー温度と補償温度(鉄族元素の磁化と希土類元素の磁化とが等しくなる点)の差を150℃以下である。次に、再び、熱流の抵抗層(4)として窒化シリコン層を15nmの膜厚に形成した。そして最後に、熱

拡散層(5)として、Al₉₀Si₁₀膜を50nmの膜厚に形成した。このようにして作製した記録媒体全体を紫外線硬化型樹脂(6)により保護コートした。この層には保護作用の他に、熱流の制御層としての役割もある。

【0012】また、用いたディスクドライブの基本構成を示す模式図を図2に示す。この装置にはテスト記録を行なう回路を付加したタイプのドライブである。このドライブは、情報を記録するための記録媒体101と記録再生を実現するための光ヘッド102と、光ヘッド102から得られた再生信号を情報に変換する処理系から構成される。光ヘッド102はレーザー108から出射される光を記録媒体101上に絞り込む。情報の記録時は、入力データビット列(情報)が符号器104に入力され、符号器104から出力される記録符号列120が記録波形生成器105に導かれ、記録波形生成器105により得られる記録波形がAPC 106に入力され、記録符号列に応じた光強度がレーザー108から出力される。情報の再生時は、記録媒体101から反射された光が受光器109に導かれ電気信号に変換される。その信号は、再生アンプ110に入力される。入力切り換え器112には再生アンプの出力と、再生アンプの出力が入力されている波形等価器の出力が入力されている。さらに入力切替器には試し書き指令信号が入力され、この試し書き指令信号に応じて、選択的に再生アンプ110、波形等化器111の出力信号を整形器113に出力する。整形器113では、入力切替器からの信号を、信号の有無を表すパルス信号に変換する。そのパルス信号は、弁別器115とPLL 114に導かれる。PLL 114から出力される同期信号(パルス信号の基本周期に同期した信号)は、弁別器115に入力される。弁別器115は、整形器113からのパルス信号と、PLL114からの同期信号に基づいて

検出符号列を生成し、復号器117によって、データビット列(情報)を出力する。また、弁別器115によって得られる検出符号列は比較判別器116にも出力される。比較判別器116は試し書き指令信号によって動作する試し書き器103からの試し書きデータが符号器104に出力し、また、試し書き指令信号によって動作する入力切り換え器112は、再生アンプ110の出力を整形器113に出力するように切り換え、符号器104からの記録符号列と弁別器115からの再生符号列を比較し、記号符号列からの再生符号列の差異を打ち消すようにレーザー108を駆動するレーザー駆動器107を制御するAPC 106を制御する制御信号を出力し、記録符号列からの再生符号列からの差異がある程度小さくなって、許容できる範囲で試し書き終了信号を出力する。試し書き終了信号が出力されてから入力切り換え器112は、波形等化器111の出力を整形器113に出力するように切り換え、正規の記録再生動作を開始する。正規の記録再生動作を開始した後も、比較判別器116で記録符号列からの再生符号列の差異が許容できる範囲であることを確認するようにし、許容できない場合は、上述した試し書き動作を開始させ、試し書き終了信号が出力したら、再度記録動作を続ける。また、比較判別器116で記録符号列からの再生符号列の差異を確認する場合、入力切り換え器112の出力が再生アンプ110の信号が出力するように動作させた方が精度良く検出できる。上記動作において、入力切り換え器112を用いなくても、同様な動作を実現できる。比較判別器116での記録符号列からの再生符号列の差異を精度良く検出するためには、波形等化器111を用いない方がよい。

【0013】図3は本発明の記録媒体上に記録する記録方式の一実施例と記録された記録マークとの関係について説明する。図2で説明した符号器104からの出力が記録符号列120である。記録符号列120は記録波形生成器105によって、記録符号列120のパルス部に記録パルス列121を発生させる。記録パルス列121は、先頭パルスと2番目以降のパルス列のパルス長が記録マークの最小変化長でのパルスの最終の立ち下げ位置への近傍への他のパルス列からの熱の影響がほぼ無視できるような記録パルス列、または、一定の熱の流入となるような記録パルス列から構成されている。記録符号列120のギャップ部分(パルス部以外の休止期間部)に記録補助パルス122aを発生させる。記録補助パルス122aは記録符号列120の立ち下がり位置から一定のギャップ部分を設けることにより記録パルス列最終立ち下がり位置からの熱が次の記録パルス列の先頭立ち上り位置の温度をほとんど変化させないようにすると共に、冷却時の速度及び昇温の速度をマークの長さに依存しないで等しくすることが重要である。

【0014】図1に示す構造のディスクに、図4に示す記録波形を用いて記録した。ここでは、0,1,2,3の4つのレベルを形成した。第1のレベルは、未記録状態である。第2のレベルは、0.35μm幅の磁区を形成した場合

である。第3のレベルは、 $0.55\mu\text{m}$ 幅の磁区を形成した場合である。そして、第4のレベルは、 $0.75\mu\text{m}$ 幅の磁区を形成した。このようにして記録したときの再生波形と形成された記録磁区の模式図を図5に示す。0~3の4つのレベルを連続的に記録しても良好な磁区形状を有しており、それを反映して再生信号波形も良好で、設けたスライスレベルにより原信号を復調することができた。これは、ディスクの進行方向への長さは、いずれも $0.75\mu\text{m}$ 長である。本実施例では、用いたレーザー光の波長は 780nm であるが、本発明の効果は波長に依存して変化するものではない。しかし、光の波長が短くなりレンズで絞り込んだ場合に、エネルギー密度が高くなるので、より微小領域の記録膜の温度を上げることができるので、微小記録磁区を容易に形成できるので、さらに記録密度の向上に有効である。

【0015】(実施例2) 本実施例で用いた光磁気ディスクの断面構造を示す模式図を図6に示す。ディスクは、凹凸の案内溝を有するガラスまたはプラスチックのディスク基板(1)上に、熱流の抵抗層(2)として窒化シリコン層を 60nm の膜厚に形成した。製膜にはスパッタ法を用い、Siをターゲットに用いた反応性スパッタ法により作製した。次に、情報記録層(3)は三層よりなる。1番目の層は記録層(3-1)で、 TbFeCo 膜である。膜厚は 40nm で、キュリー温度は 210°C で、補償温度は $80\pm 20^\circ\text{C}$ で、保磁力は 12kOe である。ここで、キュリー温度と補償温度との差を最大 150°C とした。2番目の層は中間層(3-2)で、これは、記録層と初期化層(3-3)との交換結合力を制御するための層で、 GdFeCo 合金を用いた。その時の膜厚は 12nm である。そして、初期化層(3-3)として TbDyFeCo 合金膜を形成した。この層の磁気特性は、キュリー温度は 300°C 、保磁力は 3kOe である。次に、再び、熱流の抵抗層(4)として窒化シリコン層を 100nm の膜厚に形成した。このようにして作製した記録媒体全体を紫外線硬化型樹脂(6)により保護コートした。この層には保護作用の他に、熱流の制御層としての役割もある。

【0016】このようにして作製したディスクに、図7に示す記録波形を用いて記録した。ここでは、0, 1, 2, 3の4つのレベルを記録した。これに加えて、磁区長を変化させることにより、信号振幅の変化に加えて、情報を記録した。磁区長に情報を持たせる場合、いずれも(2, 7)変調方式を用いた。しかし、本発明の効果は、変調方式に依存しない。第1のレベルは、未記録状態である。第2のレベルは、 $0.35\mu\text{m}$ 幅の磁区を形成した場合である。第3のレベルは、 $0.55\mu\text{m}$ 幅の磁区を形成した場合である。そして、第4のレベルは、 $0.75\mu\text{m}$ 幅の磁区を形成した。この場合、注意しなければならないのは、熱クロストークとセルフシャープニング効果である。しかし、紫外線硬化型樹脂層の存在及びマルチパルスによる記録を行なうことによりこれらの課題を解決できる。0~3の4つのレベルを連続的に記録しても良好な磁区形状を有

しており、それを反映して再生信号波形も良好で、設けたスライスレベルにより原信号を復調できた。さらに、本実施例は記録媒体として光強度変調によりオーバーライト可能な媒体を用いており、データの転送速度を向上させることが可能である。

【0017】(実施例3) 本発明の光記録再生装置の他の構成図を図8に示す。情報入出力手段801より入力された記録情報は、符号器807で符号化され、記録制御手段802を通して光ヘッド803で光スポットを形成し、光記録媒体804に記録される。また、再生のため光ヘッドから得られた光信号は、再生手段805によって信号処理された後復号器808で復調されて出力される。本発明では多値情報を記録媒体上の情報マークの幅に対応させるため、情報マーク形状を高精度に制御する。そのため、あらかじめ、光記録媒体804に情報が記録される際のレーザ出力と、情報マーク幅の関係をj得る。符号器807には情報入出力手段801の他にテストパターン形状制御手段806が接続されている。テストパターン形状制御手段806は、光記録媒体804上に記録されるテストパターン記憶手段809と、光記録媒体804上に記録されたテストパターンを再生した信号812と、テストパターンを符号化した信号813とを比較してレーザ出力を制御する信号814を出力する比較判別器810と、それらの制御手段811とを有する。ここでは、比較判別器810は復号前の符号化されたままの信号812と、符号化されたテストパターンの信号813とを比較しているが、比較する信号どうしが同じ形態の信号であればよく、例えば、符号化していない信号でもよい。

【0018】比較判別器810の例を図9に示す。

【0019】復号前のテストパターンの再生信号812と、符号化されたテストパターン記録信号813は比較器901で、対応するビットが比較される。符号信号を比較するには、例えばシフトレジスタを用い、一定長のビットずつ比較し、異なるビット数を示す信号を出力する。比較判別手段810には、同一パターンの記録信号と再生信号の誤差に応じたレーザパワーの制御量を、あらかじめ保持する手段902が設けられている。比較器901の出力は、該手段902に入力され、比較器901の出力に対応する制御量814をAPC(自動出力制御手段)806へ出力する。

【0020】レーザパワーの制御量0、すなわち制御する必要のない場合は、該手段902より制御手段811へテストパターンの記録を中止する信号が出力される。制御手段811は、図示しない上位の制御手段へ、テストパターンの記録により、レーザパワー制御が完了したことを知らせ、以後、通常の記録及び再生動作に移る。

【0021】図示していないが、情報入出力手段801、記録制御手段802、光ヘッド803再生手段805等も上位の制御手段により相互の動作制御が行われている。

【0022】次に、本発明を用いて記録される情報マー

ク形状及び対応する再生波形を図10に示す。図10(a)は、トラック中心401に沿って記録された情報マーク(402, 403, 404)を示す。これらの情報マークの再生波形を図10(b)に示す。幅の広狭に応じて、再生信号レベルが上下する。

【0023】図11に情報マーク幅と再生信号の関係を示す。これは、媒体上に記録された情報マークを波形780nmのレーザ光で再生した時の再生信号である。

【0024】また、情報マーク幅に対する再生信号が、増加するのみの範囲を用い、多値記録用の情報マークを正確に記録すれば、容易に多値情報を記録し再生することができる。

【0025】以上の実施例に共通して更に以下の点を考慮するとよい。すなわち、多値用の情報マークを記録するために、記録波形による高精度マーク幅制御技術を用いる。高精度マーク長制御に関しては、本発明者らが先に出願した特願平4-26511号、特願平4-238276号、特願平4-338240号、特願平5-2343号等がある。本発明では、多値記録をマークの幅に関連づけているため、マーク幅の高精度制御が要求される。このため、上述の高精度マーク長制御を応用して情報パターンに応じたマーク幅を有する情報マークを形成する。その結果、マーク幅に応じて信号振幅は変化する。このように制御された信号振幅を一定位置でスライスすることにより復調することができる。その信号を復調するのにあたり、振幅値により0, 1, 2, 3...なる値が得られる。このことは、この原理を用いると、多値の情報を記録することができることに相当する。さらに詳しく説明すると、少なくともレーザ光を用いて記録、再生、或いは、消去を行なう光記録において、記録媒体上に記録したマークに基づいて生成される再生信号振幅の大きさに対応して多値の情報を記録すればよい。その場合、記録媒体上に記録したマークの幅を制御することにより所望の再生信号振幅を得ることにより多値の情報を記録することが有効である。ここで、一定の幅の記録マークを得るために、微小パルスの集合体から形成されるマルチパルスを用いてレーザを駆動することが有効である。特に、その場合、微小パルスの集合体から構成されるパルスのうちの先頭パルスのパルス幅もしくはレーザパワーが他の微小パルスと異なっている場合が特に有効である。ところで、記録マークを形成するのに用いる微小パルスから構成される記録パルスにおいて、先頭パルスのパルス幅、先頭パルスとそれに続くパルスとの間隔、微小パルス感の間隔、レーザパワーの内から選ばれる少なくとも1種類の値を媒体中の熱の流れ方に応じて制御することが重要である。ところで、この微小パルスから構成される記録パルスにおいて、各々の微小パルスのパルス幅及び微小パルスと微小パルスの間隔をライトクロックの整数倍か、或いは整数分の一とすればよい。この手法を用いると、パルス幅やギャップ長を高精

度に制御できるので、高精度のマーク形状制御が可能となる。ここで、用いる記録媒体としては、例えば光磁気記録であれば、磁化容易軸の向きに情報を持たせることにより記録を行い、さらに優位にはその媒体として基板に対して垂直方向に磁化容易軸を有する材料を用いて記録を行なう。さらに、この材料は、記録媒体として用いる基板に対して垂直方向に磁化容易軸を有する材料として、希土類元素と鉄族元素との合金薄膜を用い、さらに優位にはその薄膜が非晶質である膜が好適である。勿論、希土類元素と鉄族元素とを交互に積層した超構造膜を用いてもなんら問題はない。さらに具体的には、希土類元素として、Tb, Dy, Ho, Gdの内より選ばれる少なくとも1種類の元素と、鉄族元素として、Fe及びCoの2種類の元素とから成る合金薄膜を記録膜として用いることが望ましい。特に、Tb-Fe-Co系が磁気特性的にもディスク特性的にも最も優れている。ところで、この希土類元素と鉄族元素から構成される磁性膜は、フェリ磁性体であり、この合金薄膜において、希土類元素の磁化の大きさと鉄族元素の磁化の大きさとを比較すると希土類元素の磁化の大きさの方が大きく、さらに優位には、希土類元素の磁化の大きさと鉄族元素の磁化の大きさが等しくなる温度が60℃より高く100℃より低い記録膜を用いることが好ましい。この領域は、反磁界の影響を考慮すると、磁区形状の精密制御が可能である。さらに、希土類元素と鉄族元素から構成されるフェリ磁性体の合金薄膜において、キュリー温度と補償温度との差が70℃より大きく150℃より低い記録膜を用いれば良い。特に、この磁気特性を有する領域では、微小磁区が容易に且つ安定に形成できる。ここで、磁区形状の精密制御を実現するには、前述の装置側の対応以外に、ディスク側の対応も重要で、装置とディスクとをマッチさせることが重要である。そのために、レーザ光を記録膜に照射したときの記録膜中を流れる熱流を制御するのに、熱抵抗層で記録膜を覆い、さらに光の入射側と反対側に熱拡散層を設けた構造を有するディスクを用いることが有効である。

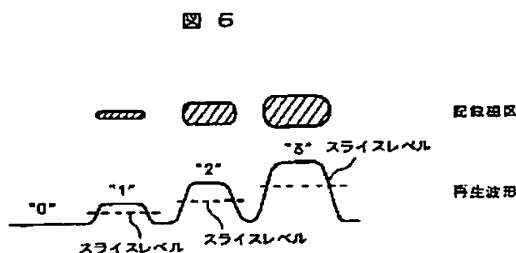
【0026】ところで、多値の情報を記録するために、記録媒体上にマークを形成するのに、磁区幅の異なる磁区を途中途切れることなく形成して記録する。その場合、重要なのは磁区幅を精密に制御することである。そのために、記録媒体上に記録マークを形成するのに、微小パルスの集合体から形成されるマルチパルスを用いて行い、そのパルスの形状、パルス幅、或いは、レーザパワーのいずれかを制御することにより所望の磁区幅が得られる。そのためには、マルチパルスを用いるのは必須である。ところで、微小パルスの集合体から形成されるマルチパルスを用いる場合に、細い磁区幅を形成するのに、その幅が細くなると共に用いるパルス幅を短く設定し、且つ、レーザパワーを高く設定することが好ましい。ところで、記録媒体上にマークを形成し多値の情

報を記録するのに、用いる記録パルスにおいて磁区幅の切替部分に記録レベルから一定時間リードレベルを経た後に次の記録レベルをとることにより記録媒体中の熱の流れを制御することが重要である。これは、多値の情報を信号振幅に変換して記録するので、磁区幅を精密に制御することが重要である。記録媒体上にマークを形成し多値の情報を記録するのに、信号振幅の大きさにより記録すると共に、形成されるマークのエッジ部分に情報を記録する手法を用いると、さらに記録密度を向上させることができる。そして、記録媒体上にマークを形成し多値の情報を記録するのに、ディスク1周で同一の記録密度に情報を記録することも大切である。一方、環境温度が変動すると磁区形状が大きく変化し、エッジシフト及びジッタが増加する。それに対抗するために、ディスクの一定の領域にテストパターンを記録して、そのドメインを再生して統計処理を行い、シフト及びジッタが最小になる記録条件を見出せばよい。このように、記録に先立ってテスト記録を行うことにより、ディスクから見て、常に、同じ記録条件にて記録が行えるので、形成される磁区の形状は環境条件に依存しない。

【0027】そして、記録した情報を再生するのに、記録媒体上に形成したマークを再生するのに長円形の光スポットを用いることが望ましい。そして、さらに優位には長円形の長い方の径とディスクの半径方向とを一致させることが好ましい。この構成は、特公平2-39022号に記載されている。記録媒体上に記録した多値の情報を再生するのに、得られた再生波形をそのまま異なる位置でスライスして、元の情報に復調すれば良い。

【0028】以上は、光磁気ディスクについて述べてきたが、この効果は光磁気記録に限るものではなく、追記型光ディスクをはじめとして、相変化を利用した光ディスク、磁気的結合を用いたオーバーライト可能な光磁気ディスク等光ディスク一般に適用できることは言うまでもない。この場合、変化させなければならないのは、マルチパルスを構成する微小パルスのパルス幅か、或いはパルスとパルスの間隔或いはその両方である。これは、記録膜の熱伝導率やディスクの構造が異なることにもとづくものである。ここで考慮しなければならないのは、大きくはディスクの構造と用いる材料である。この

【図5】



ように、光ディスクシステムにおいて光ディスクが装置性能に及ぼす影響が大きいからである。

【0029】

【発明の効果】本発明によれば、ディスク構造を大きく変化させることなく、多値の情報を記録及び再生することが可能になる。特に、従来のディスクをそのまま用いても多値の情報を記録することができる。そして、さらに用いるレーザーの波長を短くすることにより記録密度を向上させることができる。このように、ディスクの記録密度を大きく向上させることができるだけでなく、低価格な高性能光ディスクを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】光磁気ディスクの断面構造を示す模式図。

【図2】光ディスクドライブの基本構成を示す図。

【図3】記録波形の生成過程を示す図。

【図4】記録波形を示す模式図。

【図5】形成された記録磁区形状と再生波形。

【図6】光磁気ディスクの断面構造を示す模式図。

【図7】記録波形を示す模式図。

【図8】本発明の記録再生装置の構成図。

【図9】本発明の比較判別手段の構成図。

【図10】情報マーク形状及び対応する再生波形を示す図。

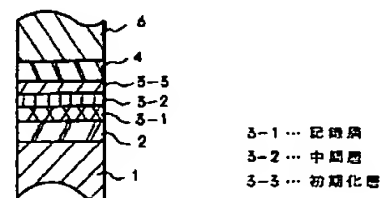
【図11】情報マーク幅と再生信号の関係を示す図。

【符号の説明】

1…ディスク基板、2…熱流の抵抗層、3…情報記録層、3-1…記録層、3-2…中間層、3-3…初期化層、4…熱流の抵抗層、5…熱拡散層、6…紫外線硬化型樹脂、101…記録媒体、102…光ヘッド、103…試し書き器、104…符号器、105…記録波形生成器、106…APC、107…レーザー駆動器、108…レーザー、109…受光器、110…再生アンプ、111…波形等化器、112…入力切り換え器、113…整形器、114…PLL、115…弁別器、116…比較判別器、117…復号器、120…記録符号列、121…記録パルス列、122a…記録補助パルス、123…記録マーク、124…再生信号、125…再生符号列。

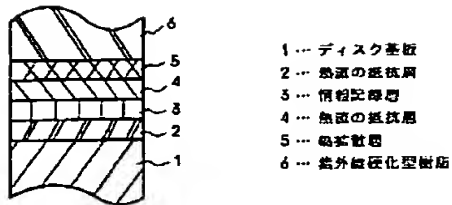
【図6】

図 6



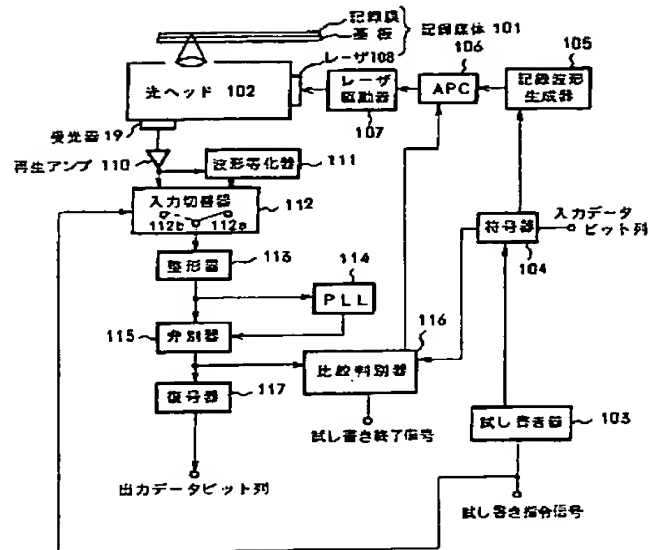
【図1】

図 1



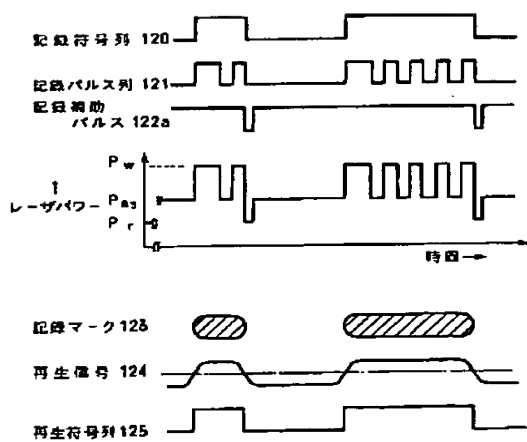
【図2】

図 2



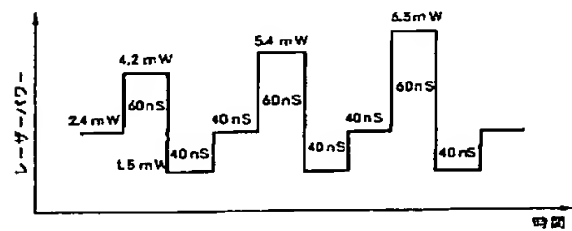
【図3】

図 3



【図4】

図 4



【図7】

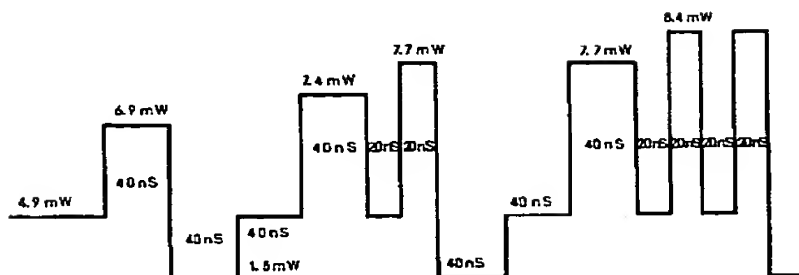
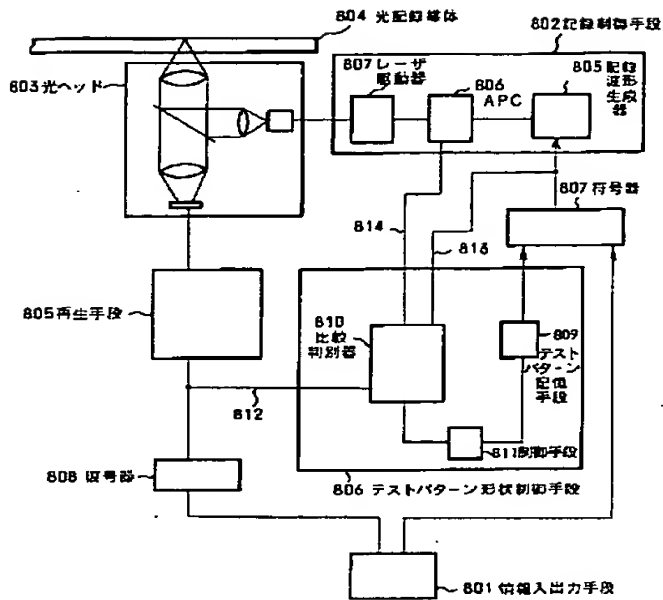


図 7

【図8】

図 8

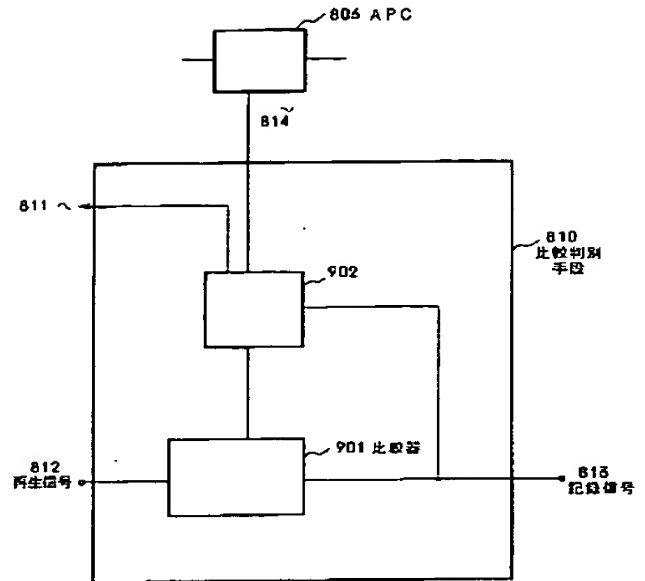


【図10】

図 10

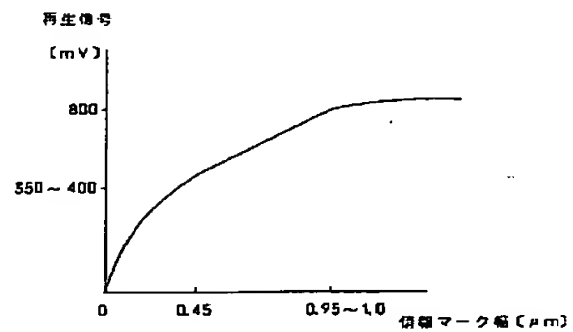
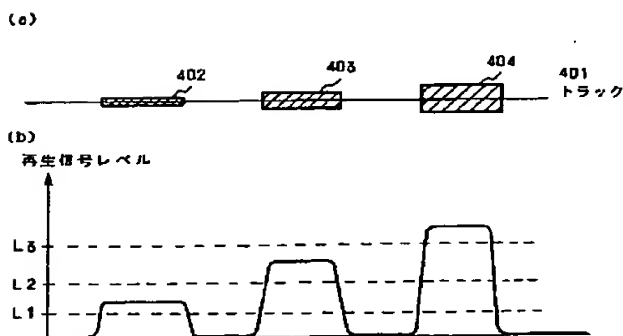
【図9】

図 9



【図11】

図 11



フロントページの続き

(72)発明者 前田 武志
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 釘屋 文雄
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内